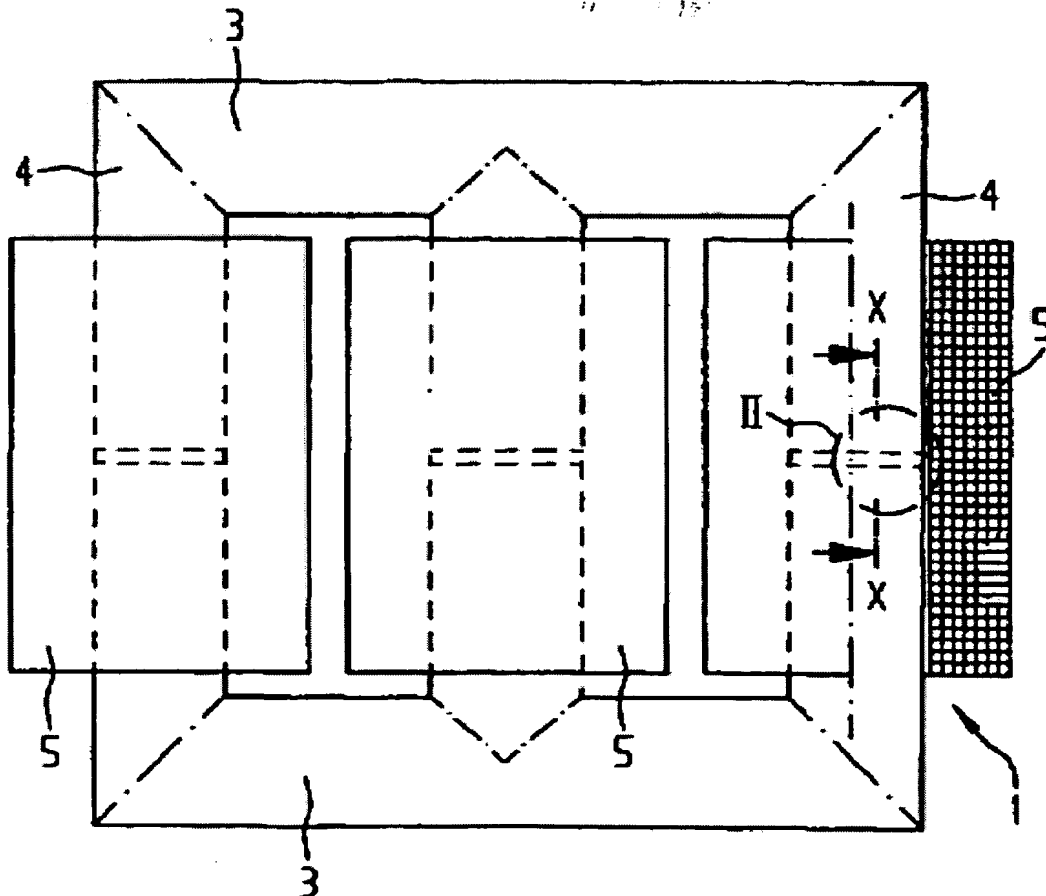


AP: PAT 2000-207212  
TI: Transformer, especially cast resin transformer; has 30- 70% of metal sheets forming air gap through division of their cross-section in side part of core  
PN: DE19854902-A1  
PD: 17.02.2000  
AB: NOVELTY - The transformer has a winding (5) supplied by a DC component, and an iron core (1) laminated from metal sheets (2). 30-70% of the metal sheets form an air gap (6) through a division of their cross-section in their core side part (4), within the winding. About 50% of the metal sheets preferably form an air gap, in which continuous sheets and sheets with a division in their cross-section lie alternately on top of each other.; USE - E.g. for frequency converter system. ADVANTAGE - Prevents saturation of iron core through DC component, and complexity of mechanical fastening of iron core divided completely by air gap. DESCRIPTION OF DRAWING(S) - The figure shows an arrangement according to the invention. iron core 1 metal sheets 2 core side part 4 winding 5 air gap 6  
PA: (SIEI ) SIEMENS AG;  
IN: ALBER F; HOFMANN B; JUNGNITZ W; SAHM W; SCHMIERER K;  
FA: DE19854902-A1 17.02.2000;  
CO: DE;  
IC: H01F-027/24; H01F-027/34;  
MC: V02-G01A; V02-G02A2; X12-C01A; X12-C01E;  
DC: V02; X12;  
FN: 2000207212.gif  
PR: DE1054902 27.11.1998;  
FP: 17.02.2000  
UP: 08.05.2000



**THIS PAGE BLANK (USPTO)**

2002 P 0479 C

[4]



B10

19 BUNDESREPUBLIK  
DEUTSCHLAND



DEUTSCHES  
PATENT- UND  
MARKENAMT

12 Offenlegungsschrift  
10 DE 198 54 902 A 1

51 Int. Cl. 7:  
H 01 F 27/24  
H 01 F 27/34

21 Aktenzeichen: 198 54 902.4  
22 Anmeldetag: 27. 11. 1998  
43 Offenlegungstag: 17. 2. 2000

DE 198 54 902 A 1

Mit Einverständnis des Anmelders offengelegte Anmeldung gemäß § 31 Abs. 2 Ziffer 1 PatG

71 Anmelder:  
Siemens AG, 80333 München, DE

72 Erfinder:  
Alber, Friedrich, Dipl.-Ing., 73257 Köngen, DE;  
Hofmann, Bernd, Dipl.-Ing., 73230 Kirchheim, DE;  
Jungnitz, Winfried, Dipl.-Ing., 73235 Weilheim, DE;  
Sahm, Wolfgang, Dipl.-Ing., 73230 Kirchheim, DE;  
Schmierer, Kurt, Ing.(grad.), 73271 Holzmaden, DE

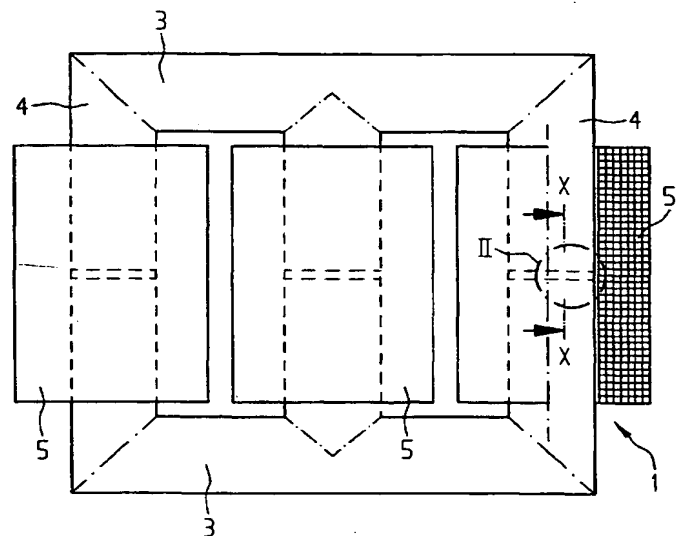
56 Entgegenhaltungen:  
DE-AS 10 08 817  
DE-GM 72 37 651  
DE-GM 16 61 539  
US 40 81 777

Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen

Prüfungsantrag gem. § 44 PatG ist gestellt

54 Transformator mit von einer Gleichstromkomponente beaufschlagten Wicklung

57 In durch eine Gleichstromkomponente beaufschlagten Transformatoren wird der Eisenkern (1) in die Sättigung geführt. Daraus folgende Verlusterhöhungen werden erfindungsgemäß durch Querteilung eines Teils der Kernschenkelbleche (2) minimiert, wobei durch die nichtgeteilten durchgehenden Kernschenkelbleche (2) die erforderliche Festigkeit des Kernschenkels (4) gewährleistet ist.



DE 198 54 902 A 1

Die Erfindung betrifft einen Transformator, insbesondere Giessharztransformator, mit einer von einer Gleichstromkomponente beaufschlagten Wicklung und mit einem aus Blechlamellen geschichteten Eisenkern.

Werden Transformatoren beispielsweise in Frequenzumrichteranlagen eingesetzt, so können sie durch Gleichstromkomponenten beaufschlagt werden, die 0,5 bis 1% des Nennstromes erreichen. Dadurch wird der Eisenkern in die Sättigung geführt, in deren Folge ein erheblicher Verlustanstieg und eine Überhitzung von Eisenteilen im Kernbereich auftreten. Zur Minderung dieser Nachteile ist es bekannt, den Eisenkern in einen oberen und einen unteren Teil mit einem dazwischen liegenden durchgehenden Luftspalt zu teilen.

Diese Maßnahme erfordert aber erhebliche mechanische Vorkehrungen, weil die auftretenden Magnetkräfte die sich gegenüberliegenden Eisenkernteile aufeinanderzuziehen versuchen und weil sich die Enden der Blechlamellen auffächern. Beides muß durch aufwendige Abhilfemaßnahmen verhindert werden. Dabei muß außerdem gewährleistet sein, daß weder einzelne Blechlamellen noch die Kernteile als Ganzes Raum zum Schwingen haben.

Der Erfindung liegt daher die Aufgabe zugrunde, für einen Transformator eine Anordnung zu schaffen, mit der einerseits eine Sättigung des Eisenkernes durch eine Gleichstromkomponente in einer Wicklung und andererseits der erhebliche Aufwand zur mechanischen Sicherung eines durch einen Luftspalt quergeteilten Eisenkernes vermeidbar ist.

Diese Aufgabe wird für einen Transformator der eingangs genannten Art erfindungsgemäß dadurch gelöst, daß in seinem Eisenkern 30% bis 70% der Blechlamellen in ihrem innerhalb einer Wicklung liegenden Kernschenkel durch Querteilung einen Luftspalt bilden.

Nach vorteilhaften Ausgestaltungen der Erfindung ist vorgesehen, daß etwa 50% der Blechlamellen in ihrem innerhalb der Wicklung liegenden Kernschenkel einen Luftspalt bilden, in dem abwechselnd durchgehende und durch Querteilung einen Luftspalt bildenden Doppellagen von Blechlamellen aufeinanderliegen, wobei der Luftspalt in Richtung der Längsachse des Kernschenkels gemessen etwa 2 mm stark ist, oder daß die Querteilung der Blechlamellen schräg erfolgt und daß der Luftspalt gegen die Kernschenkel längsachse abwechselnd im Uhrzeigersinn und im Gegen Uhrzeigersinn verschwenkt ist.

Gemäß zweckmäßigen Weiterbildungen der Erfindung bestehen kernschenkelparallele Zuganker oder Zugdeckplatten aus nicht magnetischem Werkstoff, umfassen erforderliche Kernbandagen außerhalb des Bereichs des Luftspaltes den Kernschenkel, und/oder ist die Nenninduktion im Kernschenkel in Abhängigkeit von der Frequenz einer an der Wicklung anliegenden Wechselspannung um so niedriger, je kleiner diese Frequenz ist. Dabei ist die Nenninduktion im Kernschenkel im Bereich außerhalb des Luftspaltes  $\leq 1$  Tesla.

Nach weiteren Ausgestaltungen der Erfindung weist der Kernschenkel im Bereich der Luftspalte eine thermisch festere Lackierung auf als in anderen Bereichen und sind die Blechlamellen durch sie quer zur Schichtebene durchsetzende Isolierstoffbolzen gegen Verschiebungen gesichert.

Erfindungsgemäß ausgeführte und gestaltete Transformatoren sind sehr vorteilhaft, weil in ihrem Eisenkern auch beim Auftreten von Gleichstromkomponenten in einer Wicklung eine Sättigung beispielsweise bei einem Gleichstrom von bis zu 1%  $I_N$  nicht auftritt und weil außerdem über die üblichen Spanneinrichtungen des Eisenkernes hinausgehende

Vorkehrungen zur Gewährleistung der mechanischen Festigkeit der Anordnung nicht erforderlich sind.

Ein Ausführungsbeispiel der Erfindung wird anhand einer Zeichnung näher erläutert. Dabei zeigt:

**Fig. 1** Kern und Wicklungen eines Transformators und **Fig. 2** eine Einzelheit bei II in größerem Maßstab und als Schnitt X-X.

Ein Transformator beispielsweise zum Einsatz in einer Frequenzumrichteranlage hat einen dreischenkigen Eisenkern 1. Der Eisenkern 1 ist aus einer Vielzahl von Blechlamellen 2 aus Transformatorblech geschichtet und trägt auf jedem der durch Joche 3 verbundenen Kernschenkel 4 einen Wicklungssatz 5 aus mindestens je einer Wicklung für die Unterspannung und für die Oberspannung. Der Wicklungssatz 5 auf dem in der **Fig. 1** rechten Kernschenkel 4 ist im Halbschnitt dargestellt, um die Ansicht auf eine Einzelheit II freizugeben.

Auf den äußeren Lagen der Blechlamellen 2 der Kernschenkel 4 liegen nicht dargestellte Zuganker oder Zugdeckplatten aus nichtmagnetischem Werkstoff. Die Zuganker bzw. die Zugdeckplatten werden durch ebenfalls nicht dargestellte Kernbandagen so fest auf den Kernschenkel 4 gepreßt, daß jede Blechlamelle 2 schon durch die Reibkraft an ihren jeweils benachbarten Blechlamellen 2 fixiert ist. Zusätzlich sind jedoch alle Abschnitte des Eisenkernes 1 in nicht dargestellter Art und Weise von Isolierstoffbolzen durchsetzt, die schon während der Schichtung und der Montage des Eisenkernes 1 die Blechlamellen 2 gegen Verschiebungen sichern.

Wie insbesondere aus **Fig. 2** ersichtlich ist, sind ein Teil der Blechlamellen 2 wie im Transformatorenbau üblich einstückig, d. h., sie erstrecken sich durchgehend vom unteren bis zum oberen Joch 3. Der andere Teil der Blechlamellen 2 ist jedoch geteilt und bildet so Luftspalte 6, die eine deutliche Erhöhung der Induktion in dem den Luftspalten 6 benachbarten Bereichen der durchgehenden Blechlamellen 2 erzwingen. Bei in Doppellagen von 0,35 mm starken Blechlamellen 2 beschichteten Kernschenkel 4 hat sich erfindungsgemäß eine Spaltlänge von 2 mm gemessen in Richtung der Kernschenkel längsachse als zweckmäßig erwiesen. Die Induktion in jeweils zwei aufeinanderliegenden durchgehenden Blechlamellen 2 ist hierbei im Bereich neben den Luftspalten 6 verdoppelt, wenn auf beiden Seiten der durchgehenden Blechlamellen 2 je zwei Blechlamellen 2 querteilt sind und einen Luftspalt 6 bilden.

Dadurch wird der den Luftspalt 6 benachbarte Abschnitt des Kernschenkels 4 stärker aufgeheizt als der übrige Eisenkern 1. Zur sicheren Vermeidung von Korrosion an den Blechlamellen 2 ist daher der jeweils Luftspalten 6 benachbarte Bereich mit einer thermisch festeren Lackierung versehen, als der übrige Eisenkern 1.

Durch die Luftspalte 6 wird verhindert, daß der Eisenkern 1 aus den Jochen 3 und den Kernschenkeln 4 durch eine auftretende Gleichstromkomponente insgesamt in eine induktive Sättigung geführt wird. Dadurch werden auch die Folgen der Sättigung vermieden, die vor allem in einem erheblichen Verlustanstieg und einer kräftigen Überhitzung von Eisenteilen im Kernbereich bestehen. Gleichzeitig wird aber durch die stützende Wirkung der zwischen benachbarten Luftspalten 6 durchgehenden Blechlamellen 2 die erforderliche Festigkeit des Kernschenkels 4 gewährleistet.

Beim dargestellten Ausführungsbeispiel sind die querteilten Blechlamellen 2 rechtwinklig zur Kernschenkelachse geteilt, so daß auch die Luftspalte 6 rechtwinklig zur Kernschenkelachse liegen. Dies führt bei gleich viel durchgehenden und geteilten Blechlamellen 2 in einem Kernschenkel 4 zu einer sicher ausreichenden Festigkeit. Werden jedoch deutlich mehr als die Hälfte der Blechlamellen 2 geteilt, so

ist es zweckmäßig deren Querteilung und damit die gebildeten Luftspalte 6 unter einen spitzen Winkel zur Kernschenkel längsachse zu legen. Um auch dabei die mechanische Festigkeit und Steifigkeit für den Kernschenkel 4 weiter zu erhöhen, sind die Luftspalte 6 abwechselnd im Uhrzeigersinn und im Gegenuhrzeigersinn gegen die Kernschenkel längsachse verdreht.

#### Patentansprüche

1. Transformator, insbesondere Giessharztransformator, mit einer von einer Gleichstromkomponente beaufschlagten Wicklung (5) und mit einem aus Blechlamellen (2) geschichteten Eisenkern (1), **dadurch gekennzeichnet**, daß 30% bis -0% der Blechlamellen (2) in ihrem innerhalb der Wicklung (5) liegenden Kernschenkel (4) durch Querteilung einen Luftspalt (6) bilden. 15
2. Transformator nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß etwa 50% der Blechlamellen (2) in ihrem innerhalb der Wicklung (5) liegenden Kernschenkel (4) einen Luftspalt (6) bilden, in dem abwechselnd durchgehende und durch Querteilung einen Luftspalt (6) bildende Doppellagen von Blechlamellen (2) aufeinanderliegen. 20
3. Transformator nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, daß der Luftspalt (6) in Richtung der Längsachse des Kernschenkels (4) gemessen etwa 2 mm stark ist. 25
4. Transformator nach einem der Ansprüche 1 bis 3, dadurch gekennzeichnet, daß die Querteilung der Blechlamellen (2) schräg erfolgt und daß der Luftspalt (6) gegen die Kernschenkel längsachse abwechselnd im Uhrzeigersinn und im Gegenuhrzeigersinn verschwenkt ist. 30
5. Transformator nach einem der Ansprüche 1 bis 4, dadurch gekennzeichnet, daß kernschenkelparallele Zuganker oder Zugdeckplatten aus nichtmagnetischem Werkstoff bestehen. 35
6. Transformator nach einem der Ansprüche 1 bis 5, dadurch gekennzeichnet, daß erforderliche Kernbandagen außerhalb des Bereichs des Luftspaltes (6) den Kernschenkel (4) umfassen. 40
7. Transformator nach einem der Ansprüche 1 bis 6, dadurch gekennzeichnet, daß die Nenninduktion im Kernschenkel (4) in Abhängigkeit von der Frequenz einer an der Wicklung (5) anliegenden Wechselspannung um so niedriger ist, je kleiner diese Frequenz ist. 45
8. Transformator nach einem der Ansprüche 1 bis 7, dadurch gekennzeichnet, daß die Nenninduktion im Kernschenkel (4) im Bereich außerhalb des Luftspaltes (6)  $\leq 1$  Tesla ist. 50
9. Transformator nach einem der Ansprüche 1 bis 8, dadurch gekennzeichnet, daß der Kernschenkel (4) im Bereich des Luftspaltes (6) eine thermisch festere Lackierung aufweist als in anderen Bereichen. 55
10. Transformator nach einem der Ansprüche 1 bis 9, dadurch gekennzeichnet, daß die Blechlamellen (2) durch sie quer zur Schichtebene durchsetzende Isolierstoffbolzen gegen Verschiebungen gesichert sind. 60

Hierzu 1 Seite(n) Zeichnungen

FIG 1

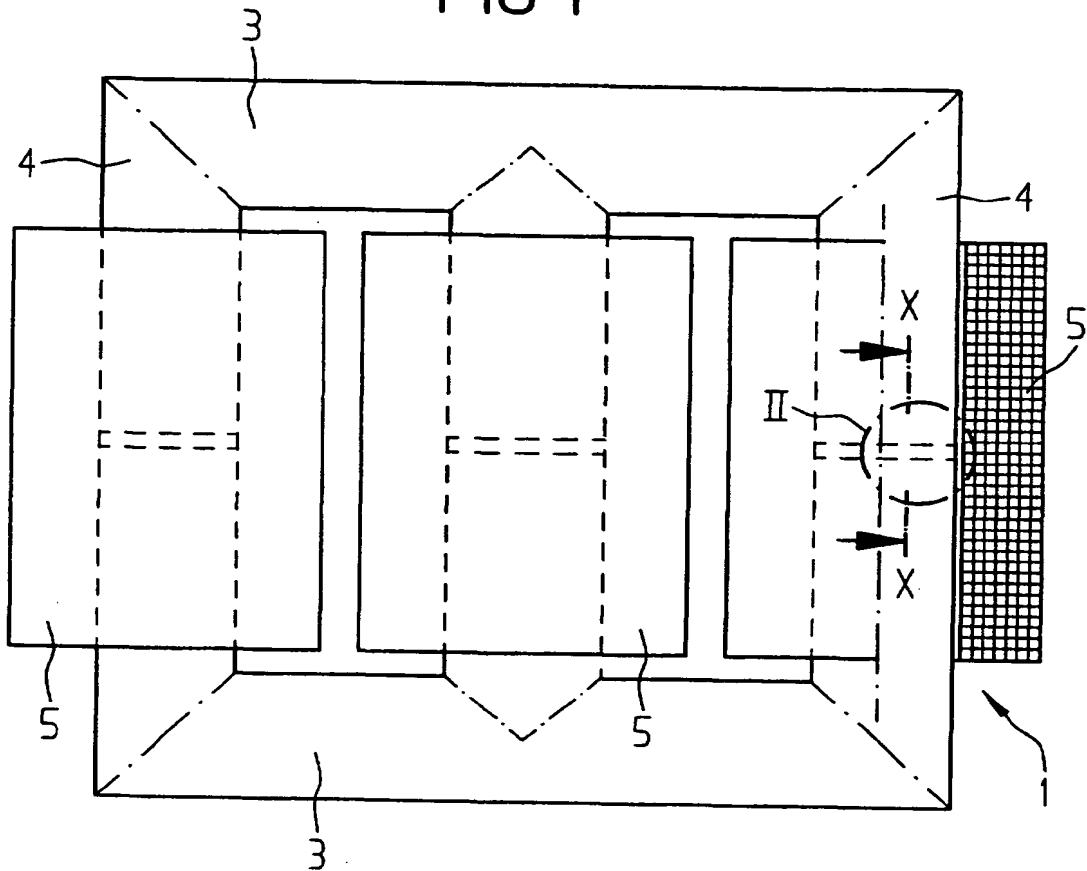


FIG 2

